

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(5)

(11)Publication number : 03-139607

(43)Date of publication of application : 13.06.1991

(51)Int.Cl.

G02B 15/20

G02B 9/00

G02B 13/18

(21)Application number : 01-277173

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 26.10.1989

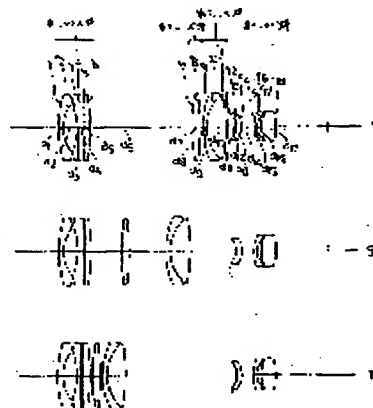
(72)Inventor : AOKI NORIHIKO
TSUCHIDA HIROBUMI
MATSUZAKI HIROSHI

(54) POWER VARYING LENS

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a wide field angle at the wide-angle end and to increase the power variation ratio by providing a distributed index lens which has a refractive index distribution at right angles to the optical axis of at least one lens in a lens system.

CONSTITUTION: The power varying lens consists of a 1st lens group which has negative refracting power, a 2nd lens group which has positive refracting power, a 3rd lens group, a 4th lens group, and a stop which is arranged closer to the image side than the 3rd lens group in order from the object side, and varies in power by varying the intervals of the respective lens groups, and the distributed index lens which has the refractive index distribution at right angles to the optical axis is provided in the lens system. The radial type distributed index lens has power in its medium and the radius of curvature can be made larger or smaller than that of a homogeneous lens with the same power, which is utilized to facilitate the compensation of various aberrations more. Consequently, the power varying lens for a camera which has the large power variation rate and the wide field angle at the wide-angle end is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-139607

⑬ Int. Cl.⁵

G 02 B 15/20
9/00
13/18

識別記号

庁内整理番号

8106-2H
8106-2H
8106-2H

⑭ 公開 平成3年(1991)6月13日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全25頁)

⑮ 発明の名称 変倍レンズ

⑯ 特 願 平1-277173

⑰ 出 願 平1(1989)10月26日

⑱ 発 明 者 青 木 法 彦 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

⑲ 発 明 者 槌 田 博 文 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

⑳ 発 明 者 松 崎 弘 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

㉑ 出 願 人 オリンパス光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

㉒ 代 理 人 弁理士 向 寛 二

明 細 書

1. 発明の名称

変倍レンズ

2. 特許請求の範囲

物体側より順に負の屈折力を持つ第1レンズ群と、夫々正の屈折力を持つ第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群と、第3レンズ群よりも像側に配置された絞りとなり、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行なうレンズ系で、レンズ系中に少なくとも1枚の光軸と垂直な方向に屈折率分布を持つ屈折率分布型レンズを有することを特徴とする変倍レンズ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、カメラ特にビデオカメラ用の変倍レンズに関するものである。

〔従来の技術〕

現在、民生用ビデオカメラのレンズとして、ズーム比が6～10で口径比がF/1.7～F/2.0のズームレンズが主流である。それは、上記のスペ

ックが設計上およびニーズ上で非常に効率の良い位置付けにあるからである。

上記のようなズームレンズは、一般に4群ズームと呼ばれるものが多く、例えば特開昭58-102208号公報、特開昭58-153913号公報等に示されているものがある。

これらズームレンズは、一般に物体側より順に正の屈折力を持ち変倍の際は固定でありフォーカシング機能を有する第1レンズ群と、負の屈折力を持ち可動であって変倍機能を有する第2レンズ群と、変倍に伴う像面の移動を補正するために移動する第3レンズ群と、絞りとし、正の屈折力を持ち常時固定で結像作用を有する第4レンズ群とから構成されている。

このタイプの4群ズームレンズは、高変倍化と大口徑化を達成するのには適している。しかし第1レンズ群が正のパワーを有しているために広面角化には不向きであってワイド端での画角は、50°程度が限度である。現在市販されている4群ズームレンズを用いると、屋内の撮影では、画角

が小さくて満足出来る撮像の撮影が出来ず、ユーザーのニーズとしては画角のより広いズームレンズが望まれている。

一方画角の広いズームレンズとして2群ズームがある。それは物体側より順に負の屈折力を持つ第1レンズ群と、正の屈折力を持つ第2レンズ群とよりなり、これらのレンズ群の相対的間隔を変化させて変倍を行なうものである。

この2群ズームレンズは、負のレンズ群が先行するために広角化には適しているが高変倍化と大口径化には適しておらず、変倍比が2程度のものが一般的である。

又この2群ズームレンズは、絞りが第2レンズ群中にあり、変倍の際に第2群とともに移動するのが一般的である。このように絞りを移動させることは、鏡持構成上コスト高になり好ましくない。

広画角化をめざしたビデオカメラ用ズームレンズとして、特開昭63-292106号公報、特開平1-191820号公報に記載されたレンズ

3

を有していた。

本発明は、口径比がF/2.8程度、ワイド端の画角が60°～70°程度、変倍比が3～5程度のスペックを同時に満足するカメラ用変倍レンズを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

本発明の変倍レンズは、物体側より順に負の屈折力を持つ第1レンズ群と、夫々正の屈折力を持つ第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群と、第3レンズ群よりも像側に配置された絞りとよりなり、各レンズ群間の間隔を変化させて変倍を行なうレンズ系で、レンズ系中に少なくとも一枚の光軸と垂直な方向に屈折率分布を持つ屈折率分布型レンズを有するものである。

上記の本発明の変倍レンズを用いる光軸と垂直な方向に屈折率分布を持つ屈折率分布型レンズは、いわゆるラジアルタイプと呼ばれるもので、屈折率分布は、次の式で表わされる。

$$N(h) = N_0 + N_2 h^2 + N_4 h^4 + N_6 h^6 + \dots$$

ここで N_0 は光軸上の屈折率、 h は光軸から半径

5

系が知られている。

前者は、負、正、正の三つのレンズ群よりなるズームレンズであるが、絞りが第2レンズ群と共に動くので、鏡持構成上コスト高になる。又変倍に伴ってFナンバーが変化するので好ましくない。

又後者のズームレンズは、負、正、正の3群構成であり、各レンズ群が可動であり、絞りが第2レンズ群と第3レンズ群の間に固定されているが、変倍比が2～3で小さく、十分満足し得るものではない。

又負、正、正の3群構成のズームレンズとして、特開昭64-40913号公報に記載されているものがある。このレンズ系もズーム比が3倍弱であって、十分満足出来るものではなく又ワイド端での画角が最大でも45°程度であって、広画角とは言えない。

【発明が解決しようとする課題】

以上のように従来のズームレンズは、変倍比が大であればワイド端での画角が狭く、ワイド端での画角が広ければ変倍比が小であるという問題点

4

方向の距離、 $N(h)$ は光軸から半径 h の所での屈折率、 N_0, N_2, N_4, \dots は夫々2次、4次、6次、…の定数である。

ラジアルタイプの屈折率分布型レンズは、その媒質にパワーを有しており、同じパワーの均質レンズに比べて面の曲率半径を大きくしたり小さくしたりすることが可能であるので、これを利用して諸収差の補正が一層容易になる。また各波長毎の屈折率分布を変化させることによりレンズ単体で色収差の補正が出来る。

本発明の変倍レンズは、前記のようなレンズ構成のレンズ系に、上記ラジアルタイプの屈折率分布型レンズを少なくとも1枚用いて、本発明の目的を達成し得るようにしたものである。

本発明の変倍レンズは、前記のように負のレンズ群先行の構成であるため、変倍は正の屈折力を有する第2レンズ群と第3レンズ群を移動させて行なう。そのため大きな変倍比を得るためには、第2レンズ群と第3レンズ群の移動量を大きくすればよいが、その場合レンズ系の全長が大にな

6

る。また小さな移動量で大きな変倍比を得るためには、第2レンズ群と第3レンズ群のパワーを強くすればよいが、これらレンズ群で発生する収差量が大きくなり、レンズ枚数を増やさないとならぬので結果的には大きな変倍比を得ることが難しくなる。

前述のようにラジアルタイプの屈折率分布型レンズは、その媒質にパワーを有しており、例えば正レンズに媒質が正のパワーになるような屈折率分布を持たせれば、均質レンズと同じ曲率半径でも全体のパワーを強くすることが出来る。

本発明においては、前記のレンズ構成で、レンズ系中に屈折率分布型レンズを用いて目的にかなった変倍レンズを実現したものであるが、特に第2、第3のレンズ群中にこれを用いることは望ましい。そして全長を適度に保ったまま大きな変倍比を得るためには、第2レンズ群又は第3レンズ群に次の条件(1)を満足するような屈折率分布型レンズを少なくとも1枚用いることが望ましい。

$$(1) \quad -1.0 < N_1 \cdot f_w^2 < 0$$

7

差を良好に補正できる。そこで次の条件(2)を満足することが望ましい。

$$(2) \quad |N_4 \cdot f_w| \cdot f_w^2 < 1.0$$

ただし N_4 は第4レンズ群中に少なくとも1枚用いた屈折率分布型レンズのd線に対する2次の屈折率分布係数 N_4 の値である。

条件(2)の上限を越えると、ワイド端からテレ端にかけて球面収差を良好に補正することが出来なくなる。

更に本発明のレンズ系は、ワイド端での面角が 60° 以上と広面角であるため、特にワイド側で発生する負の歪曲収差が問題になる。それは主に強い負のパワーを持った第1レンズ群の影響である。これを補正するためには、第1レンズ群中の正のパワーを強くするか負レンズのパワーを弱くすればよい。しかしこの場合第1レンズ群のパワーが弱くなってしまい、必要とするワイド端での面角を得ることが出来なくなる。そこで第1レンズ群に屈折率分布型レンズを用いればワイド側での負の歪曲収差を補正するのに効果的である。

9

ただし N_1 は第2レンズ群又は第3レンズ群のいずれかに少なくとも1枚用いた屈折率分布型レンズのd線に対する2次の屈折率分布係数、 f_w はワイド端における全系の焦点距離である。

上記条件(1)の下限を越えると屈折率分布型レンズの媒質の影響が大きくなりすぎて、特にテレ側の軸外収差が悪化し好ましくない。また上限を越えると必要な正の屈折力を得るためには面のパワーが強くなりすぎてその面で発生する収差量が大きくなり大きな変倍比を保ったままレンズ全系の収差を良好に補正することが出来なくなる。

又本発明の変倍レンズは、像側に強い正のレンズ群を多数配置しているために、ワイド端からテレ端にかけての球面収差が補正不足になる。これは、特にマージナル光線の屈折が大きい第4レンズ群の影響が大きい。そのため、第4レンズ群に屈折率分布型レンズを導入してその媒質あるいは面に屈折率分布がついていることによる補正項で正の球面収差を発生させて互いにキャンセルするようにすれば、ワイド端からテレ端までの球面収

B

次に変倍レンズにおいては、レンズ系の全長、絞りおよびFナンバーを固定することが望ましいが、収差補正が極めてむずかしくなる。

本発明においては、まず広面角化を達成するために従来の負、正よりなる2群ズームレンズを基本とし、第1レンズ群を負のパワー、第2レンズ群から第4レンズ群までの全体を正のパワーとした。

一般にズームレンズを操作する場合、変倍中でもレンズ系の全長が変化しない方が操作し易く、又Fナンバーの変化しないレンズ系がユーザーのニーズとしては高い。またビデオカメラ用のレンズ系の場合絞りは電気的に開閉するため、一般に顕微カメラの機械式の絞りよりも大きくて重い。そのため変倍のために絞りが移動するのは、メカ的にもコスト的にも好ましくなく、変倍の際に絞りの位置が常に固定されていることが望まれる。前記のような4群構成のズームレンズにおいて上記の各要件を満足させるためには、第1レンズ群と、絞りと、第4レンズ群とが変倍に際して常時

10

固定であることが望ましい。

変倍レンズにおいて第1レンズ群を固定させるためには、第37図に示すように、第2レンズ群から第4レンズ群までの全体を、第1レンズ群にて形成された虚像を物点と像点との距離を一定にしてリレーする系として構成すればよい。更に絞りと第4レンズ群を夫々固定したまま大きな変倍比を得るためには、第2レンズ群と第3レンズ群を変倍の際に移動させ、更に両レンズ群を強い正のパワーにすることが必要である。

上記のような構成のレンズ系で、第2レンズ群から第4レンズ群までの全体の結像倍率の絶対値は、ワイド側で小さくテレ側で大きくなる。そのため第2レンズ群から第4レンズ群までの全体の系の主点は、ワイド側からテレ側に行くにしたがって前方へ移動する。ところで第2レンズ群から第4レンズ群までの中で絞りは第4レンズ群付近に固定されている。そのためにテレ側では、第2レンズ群から第4レンズ群までの全系の主点に対して絞りが大きく後方に離れることになる。これ

11

ナンバー等を可変にする方が望ましいこともある。それは全長、絞り位置、Fナンバーを可変とする方がこれらを固定する場合よりも自由度が増した分、設計が容易になり、これらを可変としても本発明の目的を達成し得るものである。また、本発明のようなレンズ系の場合、絞りは電氣的に開閉するため電氣回路等で大きくなり重くなるのが一般的であるので、これを変倍中に移動させることは、機械的にも負担となり又レンズ系が大型化する。したがって本発明のレンズ系においては、変倍中絞り位置が固定であることが好ましい。

変倍中レンズ系の全長やFナンバーが可変である場合も含めて、絞りの位置を固定した時に諸収差を一層良好に補正するためには次の条件(3)、(4)を満足することが望ましい。

$$(3) \quad -0.6 < \beta < -0.2$$

$$(4) \quad 0 < f_w/f_t < 0.5$$

ただし β はワイド端における第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群の合成の結像倍率、 f_w は

13

によってテレ側での入射瞳が遠くなり、テレ側の軸外光線の光線高が高くなってその収差補正が難しくなる。更にFナンバーを一定とするとワイド側に比べテレ側の光束が太くなるため軸外収差のみでなく軸上収差も補正しにくくなる。

本発明のような構成の変倍レンズで、テレ側の入射瞳を遠ざけることなく、言い換えばテレ側での収差を悪化させることなく変倍比を大にするためには、第2レンズ群と第3レンズ群のパワーを強くするか変倍の際の移動量を大にしなければならない。ところが変倍の際の移動量を大きくするとそれだけテレ側の入射瞳が遠くなり、パワーを強くすると収差の発生量が大になり、レンズ枚数を増やさなければ補正出来ない。その結果、第2レンズ群と第3レンズ群の厚みが増してテレ側での入射瞳が遠くなって収差補正が困難になる。

以上、最も収差補正の困難である変倍中にレンズ系の全長、絞り位置、Fナンバーが変化しない4群構成のズームレンズについて述べた。しかしニーズによっては、変倍中に全長や絞り位置やF

12

ワイド端における全系の焦点距離、 f_t は第4レンズ群の焦点距離である。

条件(3)の下限を越えるとテレ側における第2、第3、第4レンズ群の合成の結像倍率が負の大きな値になり、テレ側でこれらレンズ群全系の主点が物体側に寄る。そのために入射瞳が遠くなりすぎてテレ側での軸外収差が悪化するので好ましくない。条件(3)の上限を越えると、それに伴い第1レンズ群の負のパワーが大になり、第1レンズ群で発生する収差、特にワイド側での負の歪曲収差が補正しきれなくなり好ましくない。

条件(4)は、第4レンズ群のパワーを規定したもので、その下限を越えるとテレ側において第2、第3レンズ群のマージナル光線の光線高が高くなりすぎてテレ側での収差補正が難しくなるので好ましくない。条件(4)の上限を越えると第4レンズ群のパワーが強くなりすぎて、そのレンズ群で発生する収差が大になりこれを補正することが困難になる。

又、条件(3)を満足するようにすると、第1レ

14

レンズ群の負のパワーが強くなり、第1レンズ群で発生する軸外収差、特にワイド側での負の歪曲収差が大になる。これを防ぐためには、第1レンズ群のうち少なくとも1面を光軸から離れるにしたがって、負の屈折力が減少するような非球面にすることが効果的である。この非球面は、光軸との交点を原点とし、光軸方向にx軸を、光軸に垂直な方向にy軸をとるとき次の式にて表わされるものである。

$$x = \frac{y^2/r}{1 + \sqrt{1 - P(y/r)^2}} + \sum_{i=1}^n A_{2i} y^{2i}$$

ただしrは基準球面の曲率半径、Pは円錐定数、 A_{2i} は非球面係数である。

ここで用いる非球面は、次の条件(5)を満足することが望ましい。

$$(5) \quad \Sigma |\Delta x|/h < 0.4 \quad (y=y_{ec})$$

ただし Δx は非球面の基準球面からの変位量、hは最大像高、yは光軸からの高さ、 y_{ec} はこの面でのワイド端における最大面角の主光線高である。また $\Sigma |\Delta x|$ は、第1レンズ群に用いたすべて

15

することが望ましい。

$$(6) \quad 0.1 < r_o/r_e < 2.0$$

ただし r_o 、 r_e は夫々絞りのすぐ像側のレンズの最も物体側の面および最も像側の面の曲率半径である。

条件(6)の下限を越えるとそのレンズの物体側の面で近軸光線を跳ね上げることが出来なくなり、レンズ系の後側主点位置が物体側に寄り十分なバックフォーカスを得ることが出来なくなる。また上限を越えると絞りに対する対称性が崩れ軸外収差が悪化するばかりか球面収差が補正不足になり好ましくない。

更に本発明の変倍レンズにおいては、レンズ系全体又は第1レンズ群のみを繰り出してフォーカシング出来るのは勿論であるが第4レンズ群の全体又は一部を繰り出すことによってフォーカシングを行なうことも出来る。

一般に第1レンズ群を繰り出してフォーカシングを行なう場合、変倍してもフォーカシングのための繰り出し量が変わらないという特徴があ

17

る。非球面についての Δx の絶対値の総和を意味している。

この条件(5)の範囲を越えると歪曲収差が補正過剰になる上、コマ収差も増大するので好ましくない。

又、本発明の変倍レンズにおいては、レンズ最終面と像面との間に光学的ローパスフィルター等の光学部材を配置する必要があるためにレンズ系のバックフォーカスを十分とる必要がある。そのためには、レンズ系全系の後側主点位置を出来るだけ像側にすることが望ましい。

本発明では、絞りのすぐ像側のレンズを物体側に凹面を向けたメニスカスレンズにすることによって軸外収差への影響を小さくしたままレンズ系のバックフォーカスを十分とることに成功している。尚ここで言うメニスカスレンズとは、レンズ1枚の場合はそのものを又接合レンズの場合は接合レンズ全体がメニスカス形状であるものをさす。

このメニスカスレンズは、次の条件(6)を満足

16

る。しかし繰り出すレンズが重いことや繰り出した時に光線がけられ易い欠点を有している。

一方、第4レンズ群によりフォーカシングする場合は、繰り出すレンズが軽くフォーカシングの際の負荷が小さいという特徴を有している。そのために第4レンズ群によるフォーカシングは、オートフォーカスにおける合焦速度を早めるためには非常に有効である。

【実施例】

次に本発明の変倍レンズの各実施例を示す。

実施例1

$$f = 7 \sim 26 \text{ mm} \quad F/2.8$$

$$2\omega = 62.1^\circ \sim 15.5^\circ, \text{ 最高像高 } 4.0 \text{ mm}$$

$$r_1 = 37.1060$$

$$d_1 = 1.1017 \quad n_1 = 1.69680 \quad \nu_1 = 56.49$$

$$r_2 = 11.4039 \quad (\text{非球面})$$

$$d_2 = 3.7939$$

$$r_3 = -21.8892$$

$$d_3 = 1.1034 \quad n_2 = 1.69680 \quad \nu_2 = 56.49$$

$$r_4 = -820.0071$$

18

$d_1 = 0.7349$
 $r_1 = -3281.9987$
 $d_2 = 1.8017$ 屈折率分布型レンズ
 $r_2 = -50.2140$
 $d_3 = D_1$ (可変)
 $r_3 = 48.7137$
 $d_4 = 2.1621$ $n_4 = 1.72916$ $\nu_4 = 54.68$
 $r_4 = -75.4351$
 $d_5 = D_2$ (可変)
 $r_5 = 25.3157$
 $d_6 = 1.0000$ $n_6 = 1.80518$ $\nu_6 = 25.43$
 $r_6 = 12.8889$
 $d_7 = 5.2047$ $n_7 = 1.69680$ $\nu_7 = 56.49$
 $r_7 = -57.1774$
 $d_8 = D_3$ (可変)
 $r_8 = \infty$ (絞り)
 $d_9 = 1.6094$
 $r_9 = -5.4284$
 $d_{10} = 1.3157$ $n_{10} = 1.72916$ $\nu_{10} = 54.68$
 $r_{10} = -6.3605$

1 9

	N_0	N_1	N_2
D 線	1.80518	-0.91875×10^{-4}	0.10140×10^{-4}
C 線	1.79610	-0.98228×10^{-4}	0.11050×10^{-4}
F 線	1.82776	-0.77051×10^{-4}	0.80173×10^{-4}

$\beta = -0.392$, $f_w/f_v = 0.219$
 $E|Ax|/h = 0.0265$, $r_w/r_v = 0.854$

実施例 2

$f = 7 \sim 28\text{mm}$, $F/2.8$
 $2\omega = 62.1^\circ \sim 15.5^\circ$, 最高像高 4.0mm
 $r_1 = 37.1206$
 $d_1 = 1.1017$ $n_1 = 1.69680$ $\nu_1 = 56.49$
 $r_2 = 11.4530$ (非球面)
 $d_2 = 3.7890$
 $r_3 = -21.1381$
 $d_3 = 1.1034$ $n_3 = 1.69680$ $\nu_3 = 56.49$
 $r_4 = -789.1954$
 $d_4 = 0.7384$
 $r_5 = -3134.7036$
 $d_5 = 1.8017$ $n_5 = 1.80518$ $\nu_5 = 25.43$
 $r_6 = -49.3024$

2 1

$d_{11} = 3.4949$
 $r_{11} = 13.6586$ (非球面)
 $d_{12} = 0.8002$ $n_{12} = 1.78470$ $\nu_{12} = 26.22$
 $r_{12} = 5.9188$
 $d_{13} = 0.9758$
 $r_{13} = 10.3754$
 $d_{14} = 3.5289$ $n_{14} = 1.77250$ $\nu_{14} = 49.66$
 $r_{14} = -28.7996$
 非球面係数
 (第 2 面)
 $P = 1.0000$, $A_1 = -0.42810 \times 10^{-4}$
 $A_2 = -0.19924 \times 10^{-4}$, $A_3 = -0.18654 \times 10^{-4}$
 (第 15 面)
 $P = 1.0000$, $A_1 = 0.39447 \times 10^{-4}$
 $A_2 = 0.55540 \times 10^{-4}$, $A_3 = 0.24268 \times 10^{-4}$

	7	14	28
D_1	26.678	8.031	-0.504
D_2	0.804	9.775	-0.502
D_3	0.808	10.477	27.276

 屈折率分布型レンズ

2 0

$d_8 = D_4$ (可変)
 $r_8 = 48.7609$
 $d_9 = 2.2958$ 屈折率分布型レンズ
 $r_9 = -76.4592$
 $d_{10} = D_5$ (可変)
 $r_{10} = 25.6297$
 $d_{11} = 1.0000$ $n_{11} = 1.80518$ $\nu_{11} = 25.43$
 $r_{11} = 12.7260$
 $d_{12} = 5.2047$ $n_{12} = 1.69680$ $\nu_{12} = 56.49$
 $r_{12} = -53.9610$
 $d_{13} = D_6$ (可変)
 $r_{13} = \infty$ (絞り)
 $d_{14} = 1.6094$
 $r_{14} = -5.4462$
 $d_{15} = 1.3173$ $n_{15} = 1.72916$ $\nu_{15} = 54.68$
 $r_{15} = -6.3375$
 $d_{16} = 3.4934$
 $r_{16} = 14.0512$ (非球面)
 $d_{17} = 0.8002$ $n_{17} = 1.78470$ $\nu_{17} = 26.22$
 $r_{17} = 5.8979$

2 2

$$d_{1s} = 0.9728$$

$$r_{1r} = 10.2265$$

$$d_{1r} = 3.9445 \quad n_{1r} = 1.77250 \quad \nu_{1r} = 49.66$$

$$r_{1s} = -29.0317$$

非球面係数

(第2面)

$$P = 1.0000, \quad A_s = -0.44582 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.19965 \times 10^{-4}, \quad A_8 = -0.36764 \times 10^{-4}$$

(第15面)

$$P = 1.0000, \quad A_s = 0.39811 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.70555 \times 10^{-4}, \quad A_8 = 0.63900 \times 10^{-4}$$

f	7	14	28
D ₁	26.541	8.003	0.504
D ₂	0.804	9.720	0.502
D ₃	0.800	10.422	27.139

屈折率分布型レンズ

	N ₀	N ₁	N ₂
d線	1.72916	-0.88401 × 10 ⁻⁴	0.62785 × 10 ⁻⁶
C線	1.72510	-0.90843 × 10 ⁻⁴	0.66914 × 10 ⁻⁶
F線	1.73844	-0.82469 × 10 ⁻⁴	0.53149 × 10 ⁻⁶

2 3

$$r_{1s} = -186.1387$$

d_s = D₂ (可変)

$$r_{1s} = 24.6967$$

$$d_{1s} = 1.0000 \quad n_{1s} = 1.80518 \quad \nu_{1s} = 25.43$$

$$r_{1s} = 13.7953$$

$$d_{1s} = 5.2047 \quad \text{屈折率分布型レンズ}$$

$$r_{1s} = -38.8991$$

d_{1s} = D₃ (可変)

$$r_{1s} = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_{1s} = 1.6094$$

$$r_{1s} = -5.4704$$

$$d_{1s} = 1.3256 \quad n_{1r} = 1.72916 \quad \nu_{1r} = 54.68$$

$$r_{1s} = -6.2248$$

$$d_{1s} = 3.5472$$

$$r_{1s} = -982.0483$$

$$d_{1s} = 0.8902 \quad n_{1s} = 1.78470 \quad \nu_{1s} = 26.22$$

$$r_{1s} = 10.8908$$

$$d_{1s} = 1.3173$$

$$r_{1r} = 18.2530$$

$$d_{1r} = 1.6961 \quad n_{1r} = 1.77250 \quad \nu_{1r} = 49.66$$

2 5

$$N_{1r} \cdot f_w = -0.433 \times 10^{-2}$$

$$\beta = -0.396, \quad f_w/f_s = 0.216$$

$$E|dx|/h = 0.0264, \quad r_s/r_0 = 0.859$$

実施例 3

$$f = 7 \sim 21 \text{ mm}, \quad F/2.8$$

$$2\omega = 62.0^\circ \sim 20.8^\circ, \quad \text{最高像高 } 4.0 \text{ mm}$$

$$r_1 = -346.3168 \text{ (非球面)}$$

$$d_1 = 1.1017 \quad n_1 = 1.69680 \quad \nu_1 = 56.43$$

$$r_2 = 12.5159$$

$$d_2 = 3.7467$$

$$r_3 = -25.4402$$

$$d_3 = 1.1034 \quad n_2 = 1.69680 \quad \nu_2 = 56.49$$

$$r_4 = 105.9417$$

$$d_4 = 0.7617$$

$$r_5 = 138.5318$$

$$d_5 = 1.8017 \quad n_3 = 1.80518 \quad \nu_3 = 25.43$$

$$r_6 = -31.3951$$

d₆ = D₁ (可変)

$$r_7 = 43.5604$$

$$d_7 = 2.2251 \quad n_4 = 1.72916 \quad \nu_4 = 54.68$$

2 4

$$r_{1s} = -13.7688$$

非球面係数

$$P = 1.000, \quad A_s = 0.64180 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -0.12424 \times 10^{-4}, \quad A_8 = -0.14674 \times 10^{-4}$$

f	7	12	21
---	---	----	----

$$D_1 \quad 22.384 \quad 4.307 \quad 0.536$$

$$D_2 \quad 1.873 \quad 10.599 \quad 1.376$$

$$D_3 \quad 0.300 \quad 9.652 \quad 22.646$$

屈折率分布型レンズ

	N ₀	N ₁	N ₂
d線	1.69680	-0.48643 × 10 ⁻⁴	0.82443 × 10 ⁻⁶
C線	1.69303	-0.62004 × 10 ⁻⁴	0.68251 × 10 ⁻⁶
F線	1.70537	-0.17467 × 10 ⁻⁴	0.11556 × 10 ⁻⁶

$$N_{1r} \cdot f_w = -0.238 \times 10^{-2}$$

$$\beta = -0.382, \quad f_w/f_s = 0.262$$

$$\Sigma |dx|/h = 0.0279, \quad r_s/r_0 = 0.879$$

実施例 4

$$f = 6 \sim 18 \text{ mm}, \quad F/2.8$$

$$2\omega = 70.5^\circ \sim 23.9^\circ, \quad \text{最高像高 } 4.0 \text{ mm}$$

$$r_1 = -89.8524$$

2 6

$d_1 = 1.1017$ $n_1 = 1.69680$ $\nu_1 = 56.49$
 $r_1 = 10.7856$ (非球面)
 $d_2 = 4.4483$
 $r_2 = -4994.8129$
 $d_3 = 1.1034$ $n_2 = 1.69680$ $\nu_2 = 56.49$
 $r_3 = 101.8038$
 $d_4 = 1.0000$
 $r_4 = -57.3067$
 $d_5 = 1.8017$ $n_3 = 1.80518$ $\nu_3 = 25.43$
 $r_5 = -28.5793$
 $d_6 = 0$ (可変)
 $r_6 = 32.7861$
 $d_7 = 2.2005$ $n_4 = 1.72916$ $\nu_4 = 54.68$
 $r_7 = 129.2445$
 $d_8 = 0$ (可変)
 $r_8 = 23.3425$
 $d_9 = 1.0000$ $n_5 = 1.80518$ $\nu_5 = 25.43$
 $r_9 = 13.0179$
 $d_{10} = 5.2047$ $n_6 = 1.69680$ $\nu_6 = 56.49$
 $r_{10} = -60.6437$

2 7

D_1 0.763 10.337 25.194
 屈折率分布型レンズ

	N_1	N_2	N_3
D 線	1.77250	-0.06409×10^{-3}	0.10426×10^{-3}
C 線	1.76780	-0.95242×10^{-3}	0.10271×10^{-3}
F 線	1.78336	-0.65799×10^{-3}	0.10788×10^{-3}

$$|N_{1,2,3}| \cdot f_w^2 = 0.311 \times 10^{-1}$$

$$\beta = -0.353, \quad f_w/f_s = 0.258$$

$$\Sigma |\Delta x|/h = 0.0933, \quad r_s/r_w = 0.703$$

実施例 5

$$f = 6 \sim 30 \text{ mm}, \quad F/2.8$$

$$2\omega = 69.6^\circ \sim 14.5^\circ, \quad \text{最高像高 } 4.0 \text{ mm}$$

$r_1 = 30.7107$
 $d_1 = 1.1017$ $n_1 = 1.69680$ $\nu_1 = 56.49$
 $r_2 = 11.6112$ (非球面)
 $d_2 = 4.5999$
 $r_3 = -27.9183$
 $d_3 = 1.1034$ $n_2 = 1.69680$ $\nu_2 = 56.49$
 $r_4 = 856.7966$
 $d_4 = 0.7986$

2 9

$d_{11} = 0$ (可変)
 $r_{11} = \infty$ (絞り)
 $d_{12} = 1.6094$
 $r_{12} = -4.9043$ (非球面)
 $d_{13} = 1.0024$ $n_7 = 1.72916$ $\nu_7 = 54.68$
 $r_{13} = -6.9744$
 $d_{14} = 2.3912$
 $r_{14} = 102.9088$
 $d_{15} = 2.4417$ 屈折率分布型レンズ
 $r_{15} = -14.4377$

非球面係数

(第 2 面)

$$P = 1.0000, \quad A_s = -0.13802 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -0.17580 \times 10^{-4}, \quad A_8 = -0.53772 \times 10^{-4}$$

(第 1 3 面)

$$P = 1.0000, \quad A_s = 0.89610 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -0.19456 \times 10^{-4}, \quad A_8 = 0.26833 \times 10^{-4}$$

f	6	10	18
D_1	20.993	6.188	1.256
D_2	5.204	10.436	0.510

2 8

$r_6 = -209.3451$
 $d_6 = 1.8017$ $n_3 = 1.80518$ $\nu_3 = 25.43$
 $r_7 = -61.3817$
 $d_7 = 0$ (可変)
 $r_8 = 40.0794$
 $d_8 = 2.2005$ 屈折率分布型レンズ 1
 $r_9 = -688.2678$
 $d_9 = 0$ (可変)
 $r_{10} = 26.9091$
 $d_{10} = 1.0000$ $n_5 = 1.80518$ $\nu_5 = 25.43$
 $r_{11} = 14.7047$
 $d_{11} = 5.2047$ $n_6 = 1.69680$ $\nu_6 = 56.49$
 $r_{12} = -63.9850$
 $d_{12} = 0$ (可変)
 $r_{13} = \infty$ (絞り)
 $d_{13} = 1.6094$
 $r_{14} = -5.4990$
 $d_{14} = 1.3105$ $n_7 = 1.72916$ $\nu_7 = 54.68$
 $r_{15} = -6.4900$
 $d_{15} = 2.7736$

3 0

特開平 3-139607(9)

$r_{1s} = 12.9668$ (非球面)
 $d_{1s} = 0.8002$ $n_s = 1.78470$ $\nu_s = 26.22$
 $r_{1o} = 6.0277$
 $d_{1o} = 1.1835$

$r_{1v} = 10.5920$
 $d_{1v} = 2.4004$ 屈折率分布型レンズ 2

$r_{1a} = -20.4772$

非球面係数

(第 2 面)

$P = 1.0000$, $A_s = -0.50209 \times 10^{-4}$

$A_o = -0.19094 \times 10^{-4}$, $A_v = -0.32970 \times 10^{-4}$

(第 15 面)

$P = 1.0000$, $A_s = 0.44808 \times 10^{-4}$

$A_o = -0.13769 \times 10^{-4}$, $A_v = 0.76060 \times 10^{-4}$

f	7	14	30
D_1	33.888	7.011	0.504
D_2	0.804	14.514	0.502
D_3	0.800	13.967	34.486

屈折率分布型レンズ 1

N_o	N_1	N_2
	3 1	

$d_s = 1.2665$ $n_s = 1.69680$ $\nu_s = 56.49$

$r_s = 57.4633$

$d_o = 0.8022$

$r_s = -128.8034$

$d_v = 1.8318$ $n_s = 1.80518$ $\nu_s = 25.43$

$r_s = -23.7042$

$d_a = 0$, (可変)

$r_v = 38.0670$

$d_v = 2.2482$ $n_s = 1.72916$ $\nu_s = 54.68$

$r_o = 153.3615$

$d_a = 0$, (可変)

$r_o = 26.4604$

$d_o = 5.1940$ 屈折率分布型レンズ

$r_{1o} = -37.5290$

$d_{1o} = 0$, (可変)

$r_{1v} = \infty$ (絞り)

$d_{1v} = 1.6094$

$r_{1s} = -5.5369$

$d_{1s} = 1.3210$ $n_s = 1.72916$ $\nu_s = 54.68$

$r_{1v} = -6.2037$

3 3

d 線 1.72916 -0.41256×10^{-4} 0.82721×10^{-4}
 C 線 1.72510 -0.41448×10^{-4} 0.85521×10^{-4}
 F 線 1.73844 -0.40809×10^{-4} 0.76187×10^{-4}

屈折率分布型レンズ 2

N_o	N_1	N_2	
d 線	1.77250	0.23466×10^{-4}	0.93255×10^{-4}
C 線	1.76780	0.22933×10^{-4}	0.90057×10^{-4}
F 線	1.78336	0.24710×10^{-4}	0.10072×10^{-4}

$N_{1v} \cdot f_w^2 = -0.149 \times 10^{-4}$

$|N_{1s}| \cdot f_w^2 = 0.845 \times 10^{-4}$

$\beta = -0.322$, $f_w/f_s = 0.212$

$\Sigma |A_n|/h = 0.0846$, $r_s/r_o = 0.847$

実施例 6

$f = 7 \sim 21\text{mm}$, $F/2.8$

$2\omega = 51.9^\circ \sim 20.8^\circ$, 最高像高 4.0mm

$r_1 = -207.8680$

$d_1 = 1.0057$ $n_1 = 1.69680$ $\nu_1 = 56.49$

$r_2 = 12.1165$

$d_2 = 3.7256$

$r_3 = -37.5005$ (非球面)

3 2

$d_{1s} = 3.5094$

$r_{1s} = 306.4568$

$d_{1v} = 0.8002$ $n_v = 1.78470$ $\nu_v = 26.22$

$r_{1s} = 11.1446$

$d_{1o} = 1.3010$

$r_{1o} = 21.1474$

$d_{1v} = 1.6961$ $n_s = 1.77250$ $\nu_s = 49.56$

$r_{1v} = -15.1468$

非球面係数

$P = 1.0000$, $A_s = 0.70278 \times 10^{-4}$

$A_o = 0.36792 \times 10^{-4}$, $A_v = -0.29020 \times 10^{-4}$

f	7	12	21
---	---	----	----

D_1 22.746 2.270 0.589

D_2 3.359 15.780 1.453

D_3 0.500 9.328 19.608

屈折率分布型レンズ

N_o	N_1	N_2	
d 線	1.69680	-0.36146×10^{-4}	0.17442×10^{-4}
C 線	1.69303	-0.64370×10^{-4}	0.15450×10^{-4}
F 線	1.70537	0.29711×10^{-4}	0.22089×10^{-4}

3 4

$$N_{1,2} \cdot f_w = -0.177 \times 10^{-4}$$

$$\beta = -0.404, \quad f_w/f_s = 0.210$$

$$\Sigma |dx|/h = 0.0204, \quad r_s/r_o = 0.893$$

実施例 7

$$f = 7 \sim 21\text{mm}, \quad F/2.8$$

$$2\omega = 62.2^\circ \sim 21.0^\circ, \quad \text{最高像高 } 4.0\text{mm}$$

$$r_s = 139.2704 \text{ (非球面)}$$

$$d_s = 4.4000, \quad n_s = 1.72825, \quad \nu_s = 28.46$$

$$r_o = -20.7046$$

$$d_o = 1.2049, \quad n_o = 1.72916, \quad \nu_o = 54.68$$

$$r_o = 13.4437$$

$$d_o = D_s \text{ (可変)}$$

$$r_o = 37.5049$$

$$d_s = 3.8033, \quad n_s = 1.72916, \quad \nu_s = 54.68$$

$$r_o = -16.2306$$

$$d_o = 1.0000, \quad n_o = 1.80518, \quad \nu_o = 25.43$$

$$r_o = -124.0325$$

$$d_o = D_s \text{ (可変)}$$

$$r_o = 29.3692$$

$$d_s = 3.9000, \quad n_s = 1.69680, \quad \nu_s = 56.49$$

3 5

$$P \text{ 線 } 1.78337, \quad -0.62152 \times 10^{-4}, \quad -0.21402 \times 10^{-4}$$

$$|N_{1,2}| \cdot f_w = 0.302$$

$$\beta = -0.337, \quad f_w/f_s = 0.172$$

$$\Sigma |dx|/h = 0.0360, \quad r_s/r_o = 0.660$$

実施例 8

$$f = 6 \sim 24\text{mm}, \quad F/2.8$$

$$2\omega = 69.9^\circ \sim 18.2^\circ, \quad \text{最高像高 } 4.0\text{mm}$$

$$r_s = -150.2428$$

$$d_s = 1.2000, \quad n_s = 1.72916, \quad \nu_s = 54.68$$

$$r_o = 12.9449 \text{ (非球面)}$$

$$d_o = 2.5028$$

$$r_o = 38.8737$$

$$d_s = 5.4361, \quad n_s = 1.80518, \quad \nu_s = 25.43$$

$$r_o = -20.1239$$

$$d_o = 1.0416, \quad n_o = 1.77250, \quad \nu_o = 49.66$$

$$r_o = 70.3603$$

$$d_o = D_s \text{ (可変)}$$

$$r_o = 57.5209$$

$$d_s = 7.2517, \quad n_s = 1.72916, \quad \nu_s = 54.68$$

$$r_o = -14.2287$$

3 7

$$r_o = -44.6011$$

$$d_o = D_s \text{ (可変)}$$

$$r_o = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_s = 2.7053$$

$$r_o = -5.1791$$

$$d_s = 0.8119, \quad n_s = 1.80518, \quad \nu_s = 25.43$$

$$r_o = -7.1518$$

$$d_s = 1.5738, \quad \text{屈折率分布型レンズ}$$

$$r_o = -6.0203$$

非球面係数

$$P = 1.0000, \quad A_s = 0.13273 \times 10^{-4}$$

$$A_o = 0.91628 \times 10^{-4}, \quad A_s = -0.13678 \times 10^{-4}$$

f	7	12	21
D ₁	35.226	17.197	7.844
D ₂	0.800	7.555	0.811
D ₃	0.530	6.402	15.928

屈折率分布型レンズ

	N ₁	N ₂	N ₃
d 線	1.77250	-0.61681 × 10 ⁻²	-0.22401 × 10 ⁻⁴
C 線	1.76780	-0.61479 × 10 ⁻²	-0.22829 × 10 ⁻⁴

3 6

$$d_s = 1.0000, \quad n_s = 1.80518, \quad \nu_s = 25.43$$

$$r_o = -64.6672$$

$$d_o = D_s \text{ (可変)}$$

$$r_o = 42.2352$$

$$d_s = 5.0191, \quad n_s = 1.72916, \quad \nu_s = 54.68$$

$$r_o = -29.1522$$

$$d_s = 0.9025, \quad n_s = 1.80518, \quad \nu_s = 25.43$$

$$r_o = -46.6193$$

$$d_s = D_s \text{ (可変)}$$

$$r_o = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_s = D_s \text{ (可変)}$$

$$r_o = -4.3521$$

$$d_s = 3.0076, \quad \text{屈折率分布型レンズ}$$

$$r_o = -5.7088$$

非球面係数

$$P = 1.0000, \quad A_s = -0.60947 \times 10^{-4}$$

$$A_o = -0.14192 \times 10^{-4}, \quad A_s = -0.18155 \times 10^{-4}$$

f	6	12	24
D ₁	33.044	11.647	2.640
D ₂	2.926	12.228	5.816

3 8

D ₁	0.800	12.865	29.055
D ₂	1.400	3.095	6.610

屈折率分布型レンズ

	N ₀	N ₁	N ₂
d 線	1.72916	-0.63215×10^{-2}	0.11343×10^{-4}
C 線	1.72510	-0.63392×10^{-2}	0.11916×10^{-4}
F 線	1.73844	-0.62803×10^{-2}	0.10805×10^{-4}
$ N_{1,2} \cdot f_w^2 = 0.228$			
$\beta = -0.297$, $f_w/f_s = 0.215$			
$\Sigma Ax /h = 0.174$, $r_s/r_a = 0.762$			

実施例 9

$f = 7 \sim 21\text{mm}$, $F/2.8$,			
$2\omega = 52.0^\circ \sim 21.2^\circ$, 最高像高 4.0mm			
r_1	-112.6325		
d_1	1.0057	$n_1 = 1.69680$	$\nu_1 = 56.43$
r_2	12.1148		
d_2	3.6530		
r_3	-47.0492 (非球面)		
d_3	1.1821	$n_2 = 1.69680$	$\nu_2 = 56.43$
r_4	35.1681		

3 9

$d_{1,2}$	1.3044	$n_1 = 1.80518$	$\nu_1 = 25.43$
$r_{1,2}$	-6.4290		
$d_{1,3}$	3.2563		
$r_{1,3}$	-264.2006		
$d_{1,4}$	1.8071	$n_2 = 1.71250$	$\nu_2 = 49.66$
$r_{1,4}$	-16.1142		

非球面係数

$$P = 1.0000$$

$$A_4 = 0.72141 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 0.39739 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = -0.41865 \times 10^{-8}$$

f	7	12	21
D ₁	27.662	1.000	0.500
D ₂	7.058	24.162	0.500
D ₃	0.500	8.936	16.441

屈折率分布型レンズ

	N ₀	N ₁	N ₂
d 線	1.69680	-0.10464×10^{-2}	0.81316×10^{-5}
C 線	1.69303	-0.14252×10^{-2}	0.59519×10^{-5}
F 線	1.70537	-0.16248×10^{-2}	0.13217×10^{-5}
$ N_{1,2} \cdot f_w^2 = -0.513 \times 10^{-3}$			
$\beta = -0.367$, $f_w/f_s = 0.188$			

4 1

$$d_4 = 0.9997$$

$$r_4 = -130.6409$$

$$d_5 = 2.5481$$

$$n_3 = 1.84666$$

$$\nu_3 = 23.78$$

$$r_5 = -20.4926$$

$$d_6 = 0. (\text{可変})$$

$$r_7 = 20.6117$$

$$d_7 = 2.7824$$

$$n_4 = 1.72916$$

$$\nu_4 = 54.68$$

$$r_8 = 35.2827$$

$$d_8 = 0. (\text{可変})$$

$$r_9 = 23.5329$$

$$d_9 = 5.1967$$

$$r_{10} = -54.6926$$

$$d_{10} = D_5 (\text{可変})$$

$$r_{11} = 11.2556$$

$$d_{12} = 0.8050$$

$$n_5 = 1.80518$$

$$\nu_5 = 25.43$$

$$r_{12} = 8.1751$$

$$d_{13} = 0.9000$$

$$r_{13} = \infty (\text{絞り})$$

$$d_{14} = 1.6094$$

$$r_{14} = -5.4331$$

4 0

$$\Sigma |Ax|/h = 0.0462$$

$$r_s/r_a = 0.845$$

ただし r_1 , r_2 , ... はレンズ各面の曲率半径、 d_1 , d_2 , ... は各レンズの肉厚および空気間隔、 n_1 , n_2 , ... は各レンズの屈折率、 ν_1 , ν_2 , ... は各レンズのアッペ数である。

実施例 1 は第 1 図に示すような構成で、第 1 レンズ群の最も像側のレンズが正の屈折力を持つ屈折率分布型レンズである。また第 2 面を条件 (5) を満足するような非球面にすることによってワイド側での良の歪曲収差を良好に補正している。しかもレンズ系の全長、絞り位置、F ナンバーはズーム中も変化しない。

この実施例のワイド、スタンダード、テレにおける収差状況は、夫々第 10 図、第 11 図、第 12 図に示す通りである。

実施例 2 は第 2 図に示す構成で、第 2 レンズ群を条件 (1) を満足する屈折率分布型レンズ 1 枚にし 4 倍の変倍比を得ている。この実施例も実施例 1 のような非球面を用いることによって収差が一層良好に補正されている。又この実施例も、レン

4 2

ズ系の全長、絞り位置、Fナンバーが固定である。

この実施例のワイド、スタンダード、テレにおける収差状況は、夫々第13図、第14図、第15図に示す通りである。

実施例3は第3図に示す構成で、第3レンズ群の正レンズを条件(1)を満足するような屈折率分布型レンズにしている。この実施例では、第1面を非球面にしてワイド側での負の歪曲収差を補正している。又この実施例も、レンズ系の全長、絞り位置、Fナンバーが固定である。

この実施例のワイド、スタンダード、テレにおける収差状況は、夫々第16図、第17図、第18図に示す通りである。

実施例4は第4図に示す構成で、最も像側のレンズが正のパワーの屈折率分布型レンズで、これによってワイド端からテレ端にかけて球面収差を補正している。またワイド端の画角が 70° と非常に広い画角であり、第2面を非球面にしてワイド側で発生する負の歪曲収差を良好に補正してい

4 3

とFナンバーは固定であるが、第1レンズ群を変倍中移動させて、全長の小型化を図っている。

この実施例6のワイド、スタンダード、テレにおける収差状況は、夫々第25図、第26図、第27図に示す通りである。

実施例7は、第7図に示す構成で、最も像側のレンズが条件(2)を満足する屈折率分布型レンズで、又高次の球面収差を補正するために接合レンズにしてある。又第1面を非球面にしてワイド側での負の歪曲収差の補正を行なっている。また第1レンズ群を変倍中に移動することにより収差補正が容易になり、レンズ枚数を7枚にした。尚絞り位置とFナンバーは固定である。

この実施例7のワイド、スタンダード、テレにおける収差状況は、夫々第28図、第29図、第30図に示す通りである。

実施例8は第8図に示す構成で、第4レンズ群を条件(2)を満足する屈折率分布型レンズ1枚で構成している。又変倍中絞りの径を変えることによって、レンズ系の全長、絞り位置、Fナンバー

4 5

る。この実施例も、レンズ系の全長、絞り位置、Fナンバーが固定である。

この実施例のワイド、スタンダード、テレにおける収差状況は、夫々第19図、第20図、第21図に示す通りである。

実施例5は第5図に示す構成で、第2レンズ群が条件(1)を満足する屈折率分布型レンズ1枚であり、更に第4レンズ群の最も像側のレンズを条件(2)を満足する屈折率分布型レンズとし、ワイド端での画角が 70° 、変倍比が5のレンズ系になっている。この実施例5でも実施例1と同じように第2面と第5面を非球面とし収差を良好に補正している。又この実施例も、レンズ系の全長、絞り位置、Fナンバーが固定である。

この実施例5のワイド、スタンダード、テレにおける収差状況は、夫々第22図、第23図、第24図に示す通りである。

実施例6は、第6図に示す構成で、第3レンズ群を条件(1)を満足するような屈折率分布型レンズ1枚で構成している。この実施例は、絞り位置

4 4

を固定した。尚変倍中に絞りの径を変えなければFナンバーは可変となる。

この実施例8のワイド、スタンダード、テレにおける収差状況は、夫々第31図、第32図、第33図に示す通りである。

実施例9は、第9図に示す構成で、第3レンズ群を条件(1)を満足する屈折率分布型レンズ1枚にて構成した。この実施例では、絞りを第4レンズ群中に配置し、この絞りをはさんだレンズを絞りに対しコンセントリックな形状としたもので、軸外収差の補正にとって有利である。この実施例は、絞り位置とFナンバーが固定である。

この実施例9のワイド、スタンダード、テレにおける収差状況は、夫々第34図、第35図、第36図に示す通りである。

[発明の効果]

本発明の変倍レンズは、以上説明したようなレンズ構成で、屈折率分布型レンズを適切に用いることによってワイド端での画角が $60^\circ \sim 70^\circ$ 程度と広画角、変倍比が3~5程度、口径比がF/2.8

4 6

程度のスペックを同時に満足するものである。

4. 図面の簡単な説明

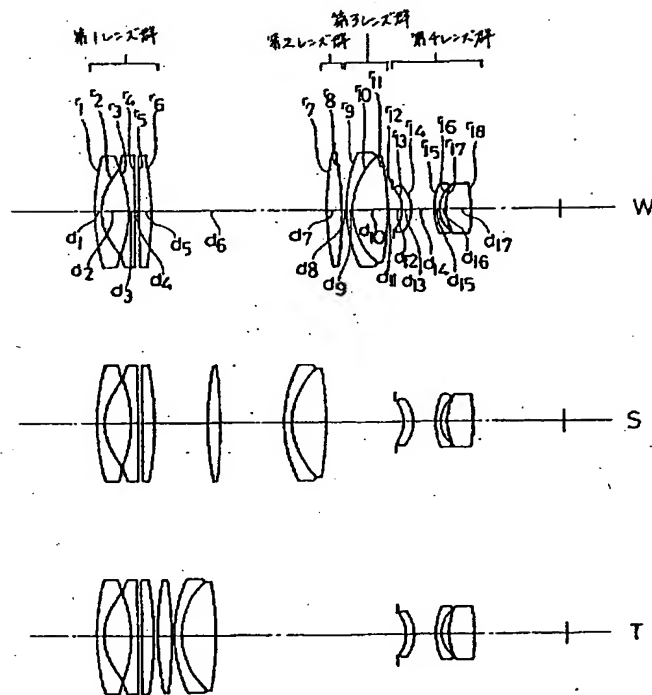
第1図乃至第9図は夫々本発明の変倍レンズの実施例1乃至実施例9の断面図、第10図乃至第12図は実施例1の収差曲線図、第13図乃至第15図は実施例2の収差曲線図、第16図乃至第18図は実施例3の収差曲線図、第19図乃至第21図は実施例4の収差曲線図、第22図乃至第24図は実施例5の収差曲線図、第25図乃至第27図は実施例6の収差曲線図、第28図乃至第30図は実施例7の収差曲線図、第31図乃至第33図は実施例8の収差曲線図、第34図乃至第36図は実施例9の収差曲線図、第37図は4群ズームで第2～第4レンズ群を一つのレンズ群と考えた時の構成を示す図である。

出願人 オリンパス光学工業株式会社

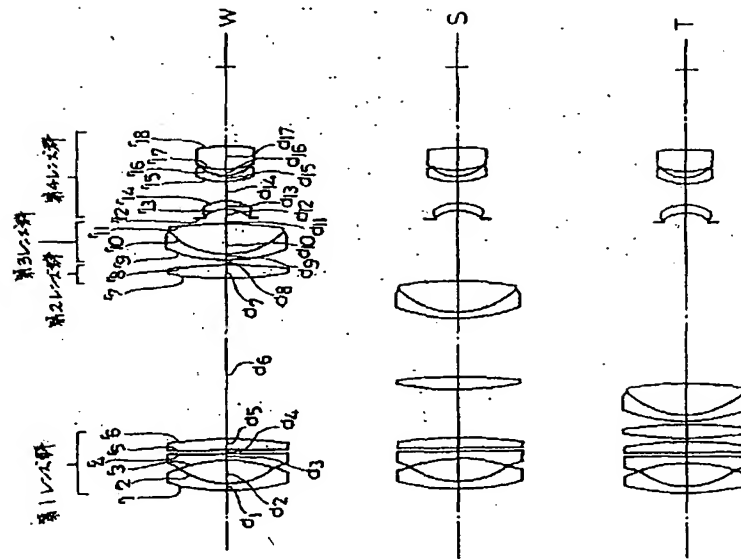
代理人 向 寛 二

47

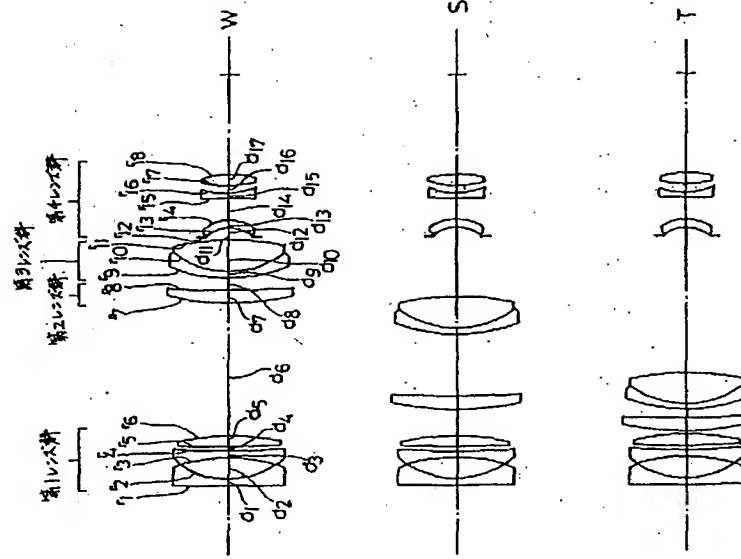
第1図



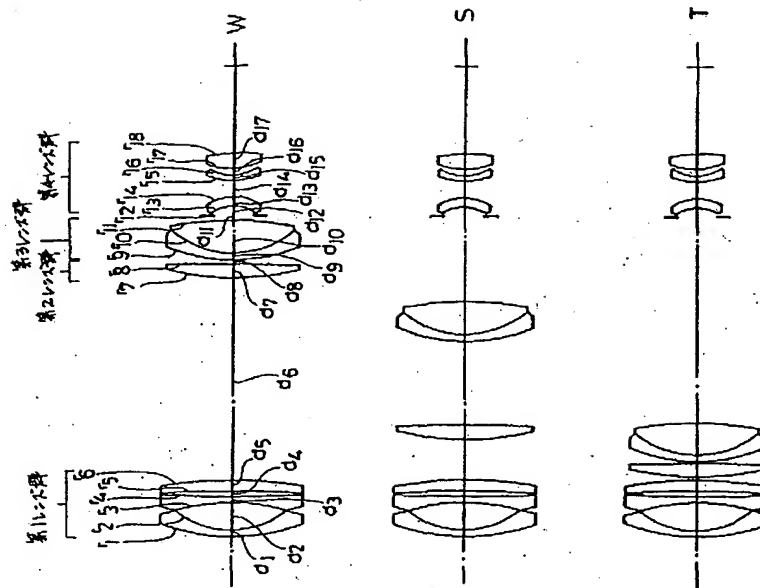
第 2 図



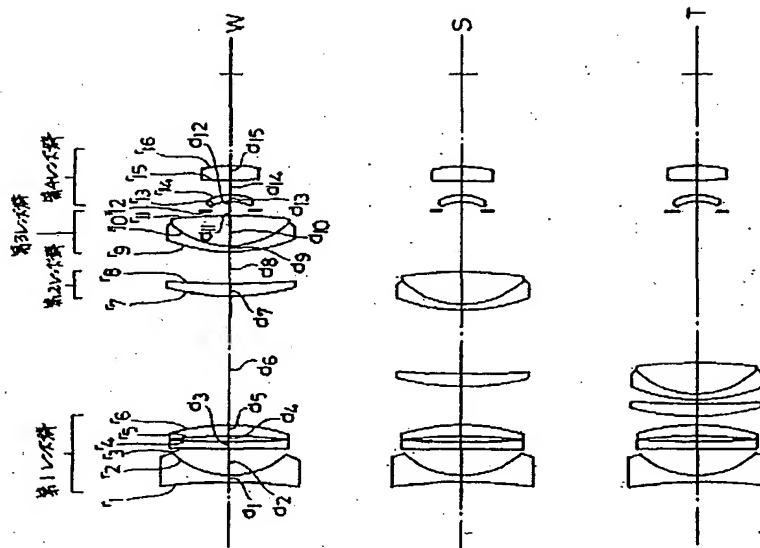
第 3 図



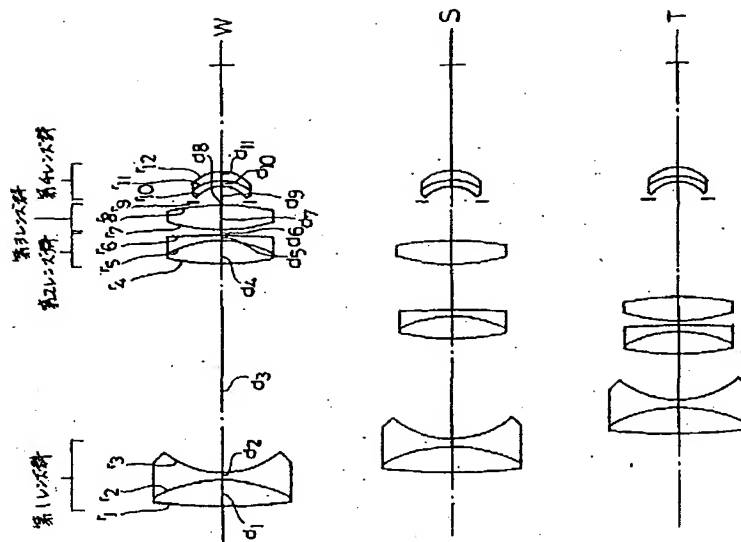
第 5 図



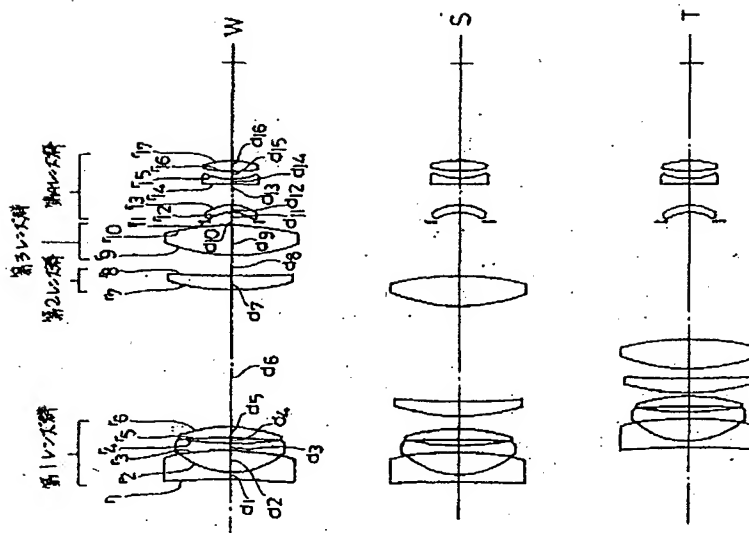
第 4 図



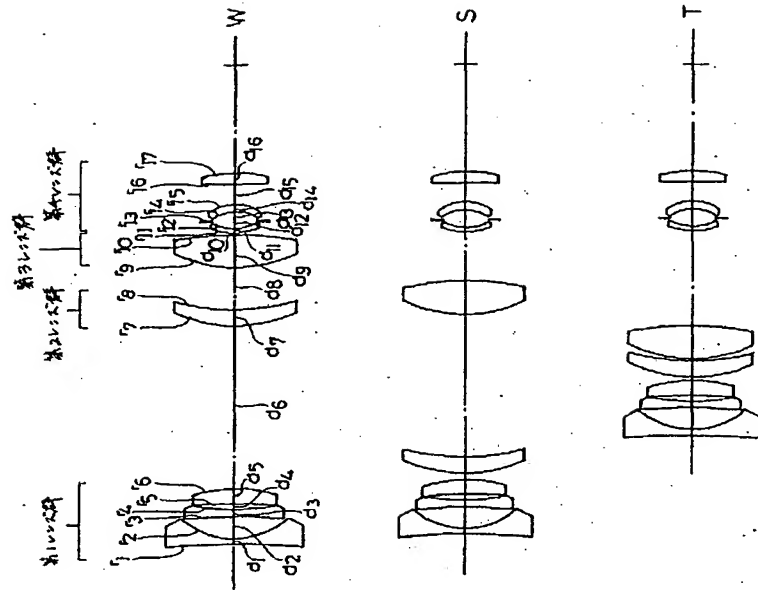
第 7 図



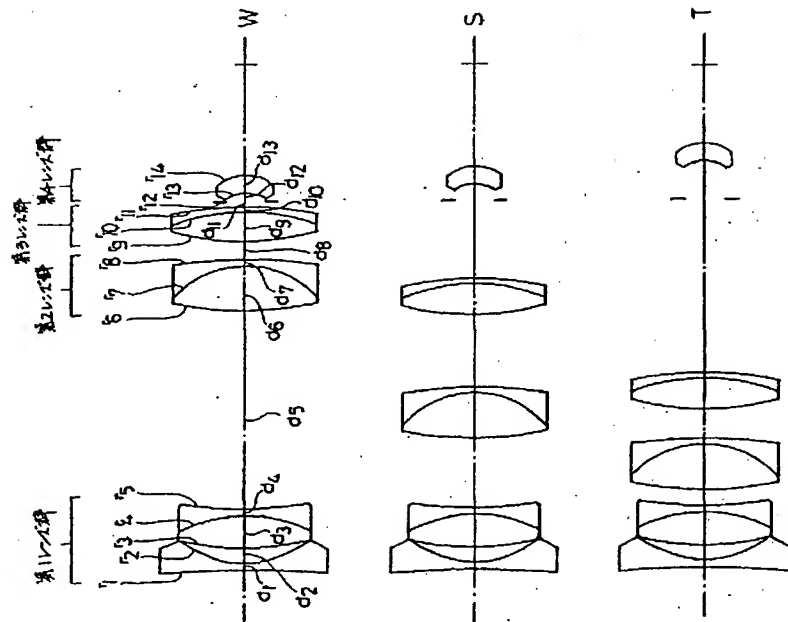
第 6 図



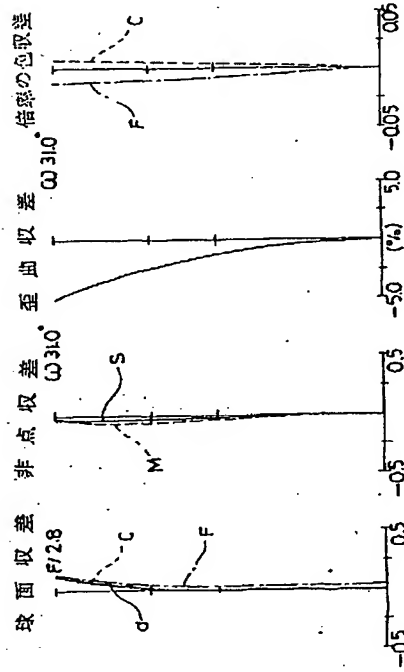
第 9 図



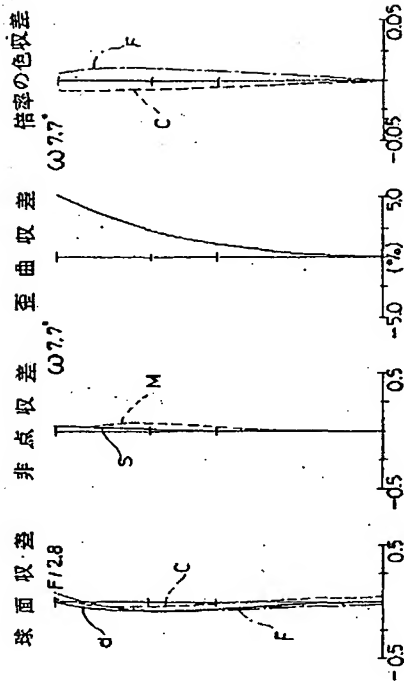
第 8 図



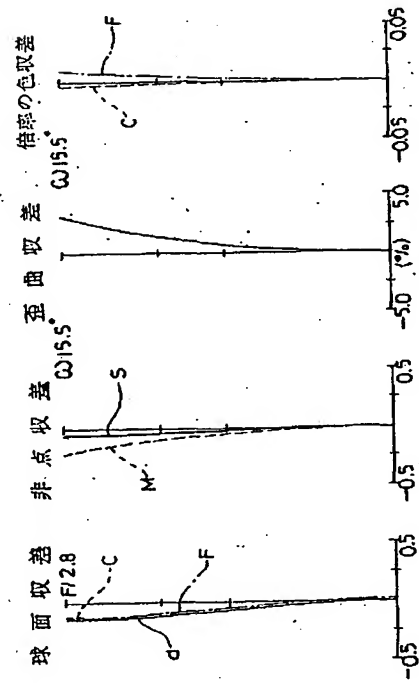
第10図



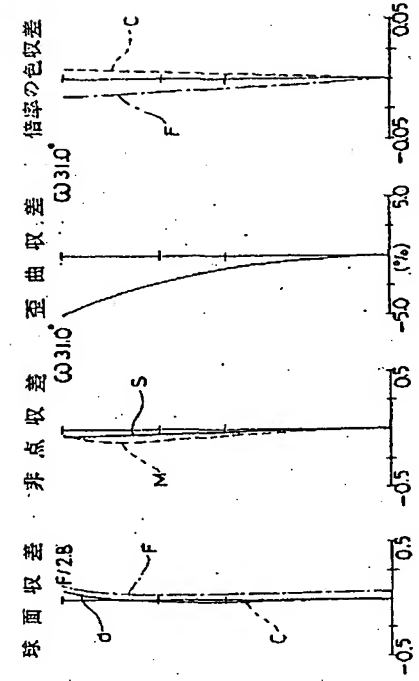
第12図



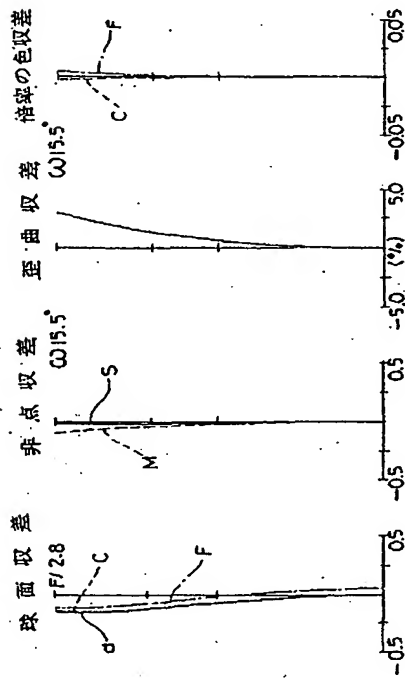
第11図



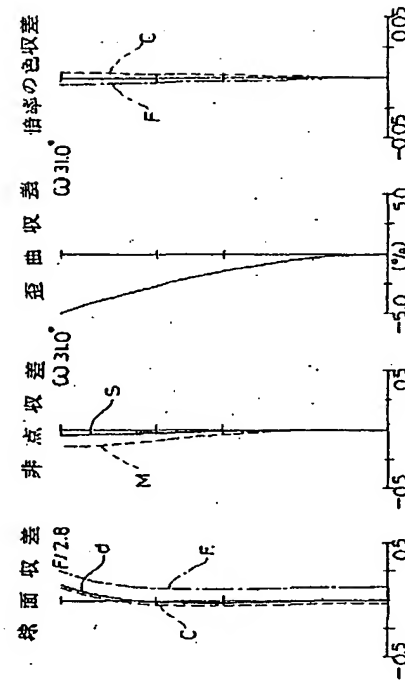
第13図



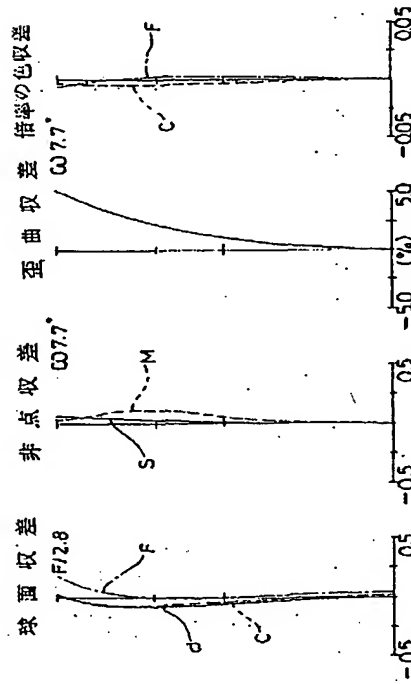
第14図



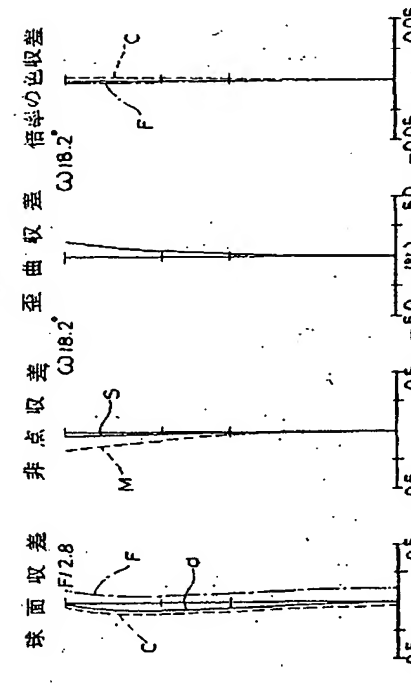
第16図



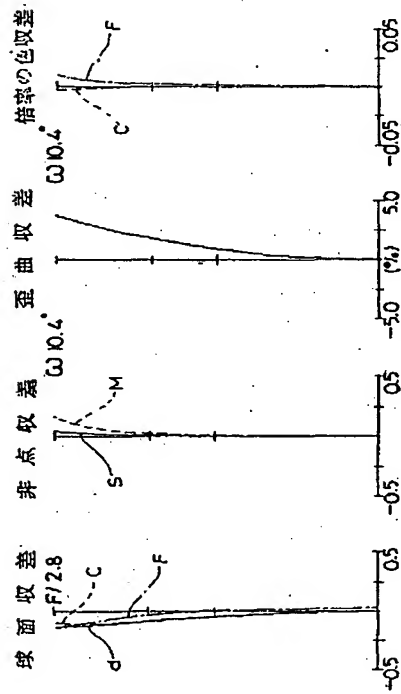
第15図



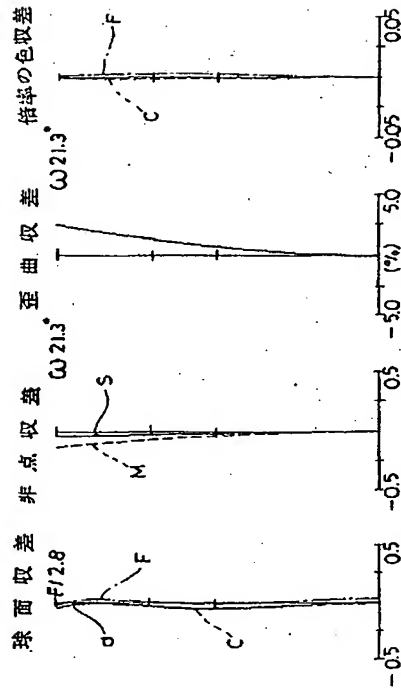
第17図



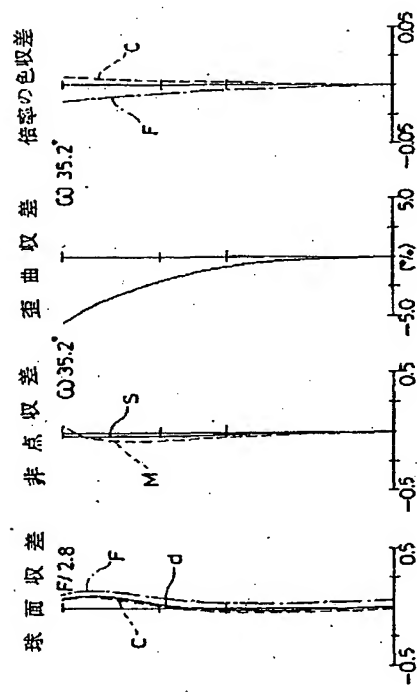
第18図



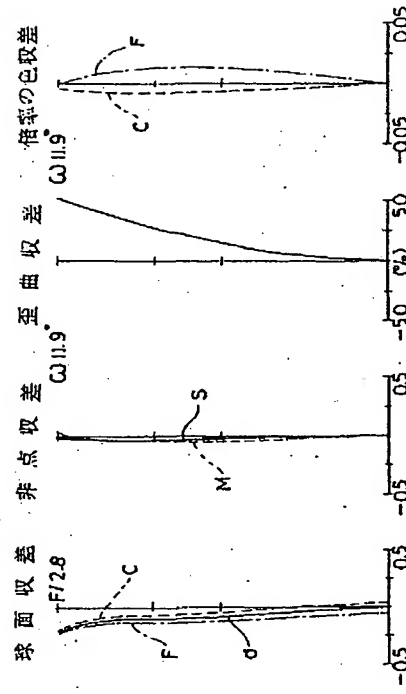
第20図



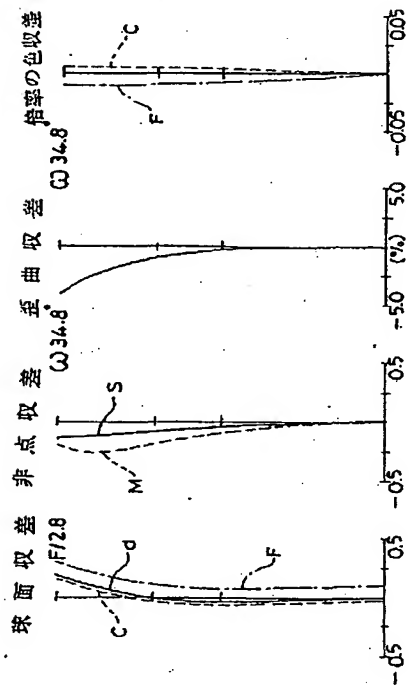
第19図



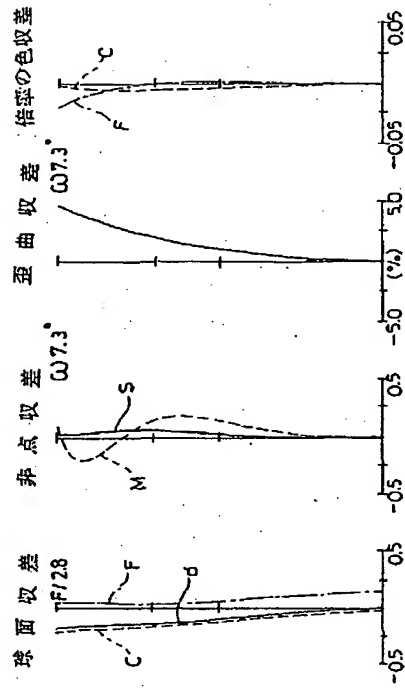
第21図



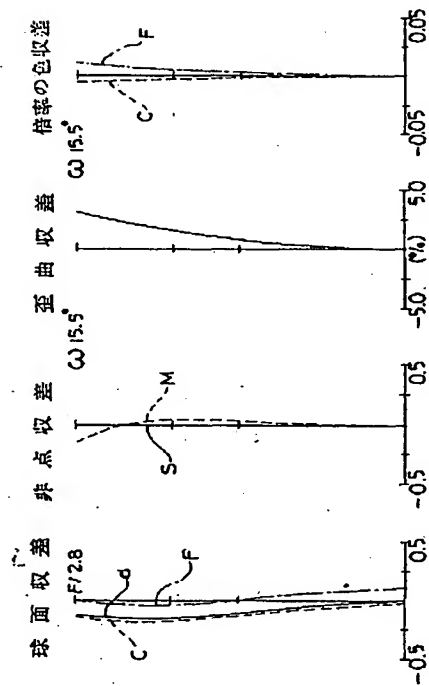
第22図



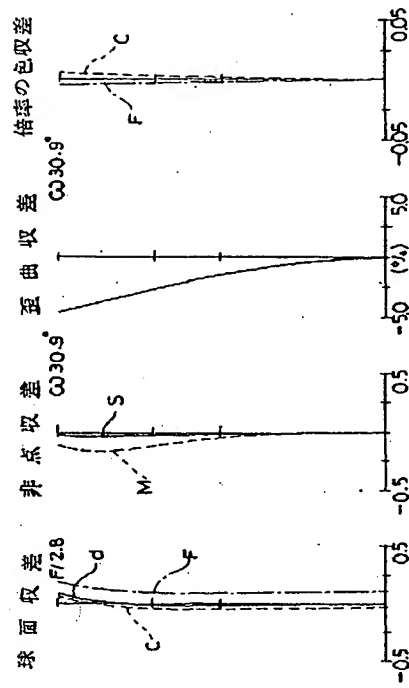
第24図



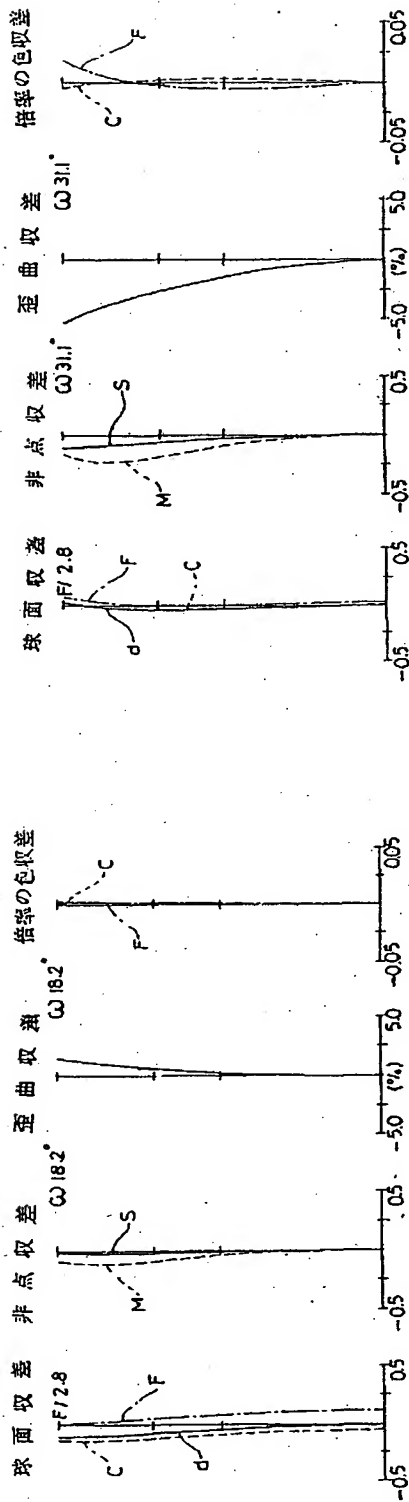
第23図



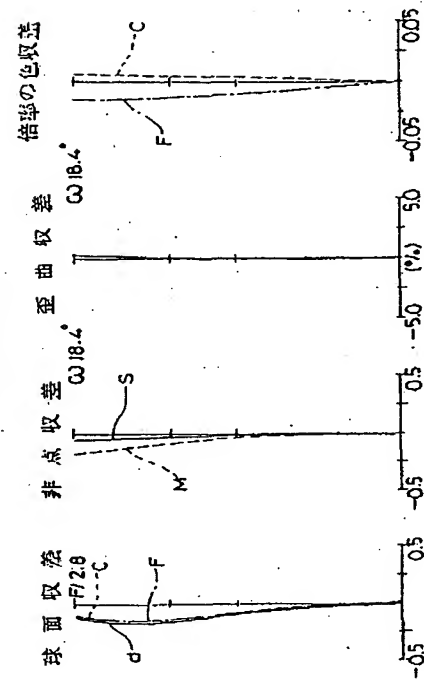
第25図



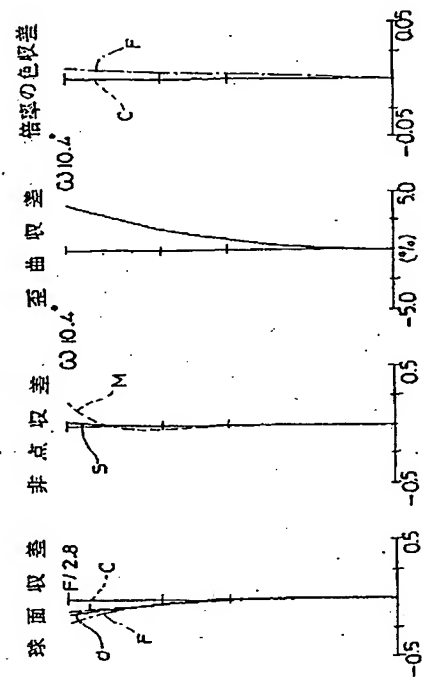
第26図



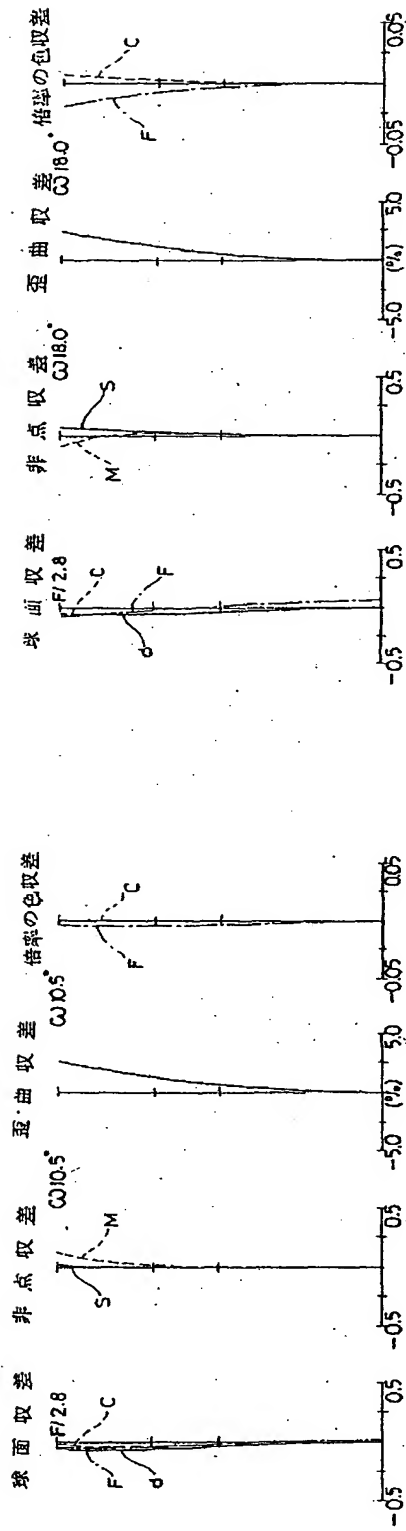
第28図



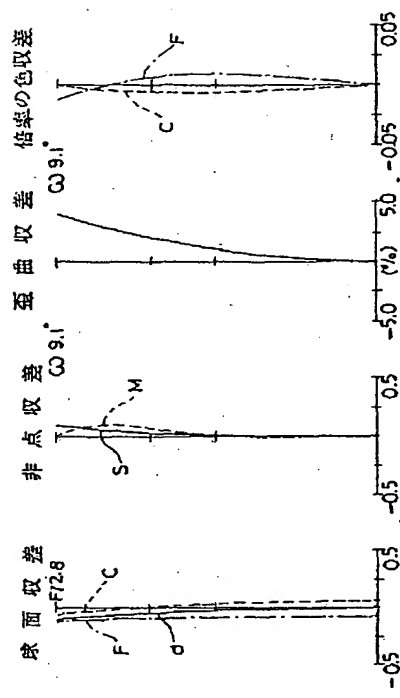
第27図



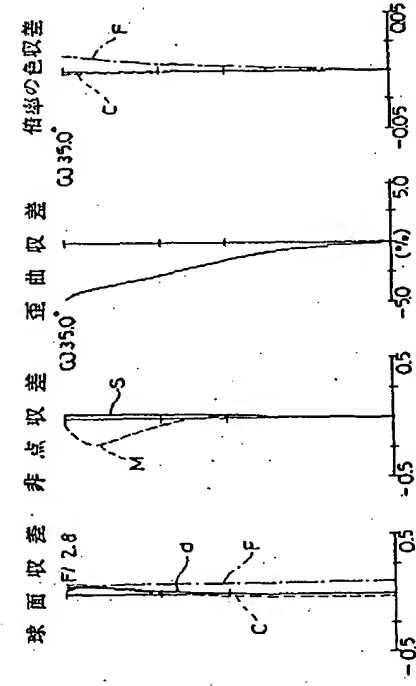
第30図



第32図

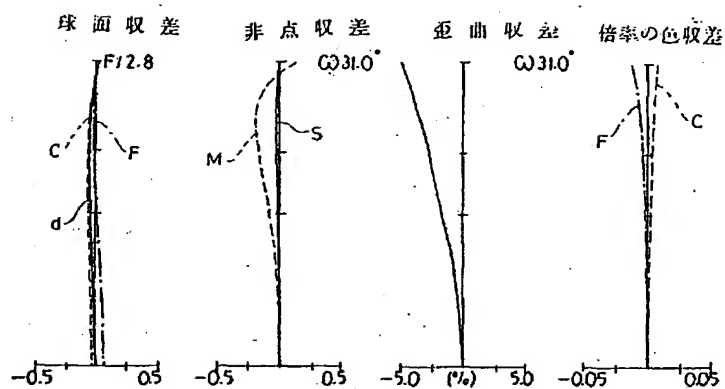


第31図

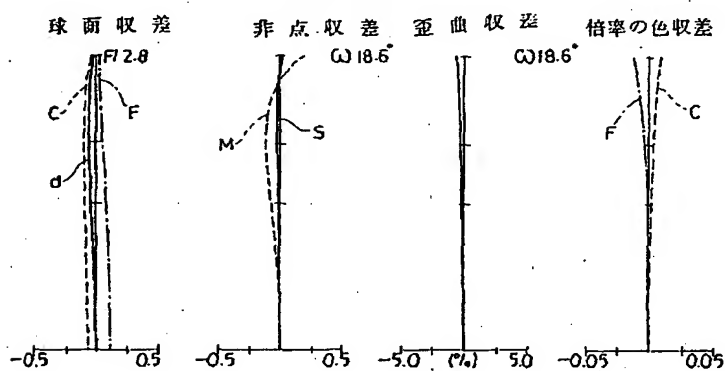


第33図

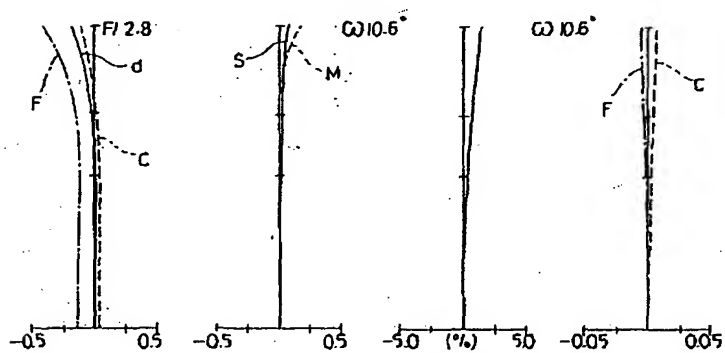
第34図



第35図



第36図



第37図

